

GERENCSÉR KINGA¹

Új vágási technológiák kidolgozása a fűrésziparban

1. BEVEZETÉS

A fa és faalapanyagok vágásában, mint például a fűrészelésben különböző típusú forgácsoló fejekkel elérték a felső teljesítményhatárt, azonban a fűrészelés során keletkező melléktermékek a kihozatali jelentősen csökkentik.

Ezeknek a problémáknak a kiküszöbölésére, olyan vágóeszközt kellene alkalmazni, amelynél nem keletkezik fűrészpor. Ilyen eljárás lehetne a fának vízszaggárral való vágása, amely anyagtakarékos és környezetbarát technológiának mutatkozik.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A természetben a víz tomboló ereje az erózió kapcsán már évezredek óta ismert tény. A folyadéksugárral való vágásról megjelent számos cikknek csak egy csekély része foglalkozik a folyamat alapjaival. Ennek oka, hogy ma még nincsen teljesen tisztázva a nagynyomású folyadéksugárral való vágás elmélete. Itt egy bonyolult feladatról van szó, amelynek fizikai megnyilvánulásai (folyadék csőben való áramlása, a fúvókából való kilépés, a folyadéksugár becsapódása és az anyagáthatolás stb.) különböző tudományágak részterületei.

A szabad sugarat, amely 2-4-szeres hangsebességgel halad, szilárd és elasztikus testnek tekintjük. A folyamatra magára hidrodinamika, a ferrodinamika, az elasztikusság és a keménység törvényszerűségei hatnak egyszerre.

A folyadéksugár becsapódásakor a tárgy ún. „vízütest” szenved. Ennek hatása, hogy nagy nyomás (néhány 100-tól 1000 MPa-ig) nagyon kis felületen keletkezik, amely lökeshullámok formájában terjed tovább a vágandó anyagban. A folyadék hatása nagyobb a megmunkálható anyagra, mint egy ugyanolyan súlyú szilárd tárgy ütéshatása, amely ugyanolyan sebességű. Ezt a hatást a folyadék kompresszibilitása adja nagy nyomáson.

2.1. A vízszaggas vágáshoz szükséges berendezés

A vízszaggas megmunkáló berendezések 4 fő komponensből állnak: vezérlés, vízelőkészítés, nagynyomású pumpa és a vágóberendezés.

2.1.1. Vezérlés

¹ Nyugat-Magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, Fűrészipari Tanszék 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky út 4., Tel.: +36/99/518-329, e-mail: gkinga@fmk.nyme.hu

Feladata, hogy a kívánt pályán mozgassa a vágófejet. Mivel itt „lágú” szerszámmal dolgozunk, így a hagyományos eljárásoknál ismeretlen problémák merülnek fel, amit a vezérlésnek megfelelően kompenzálnia kell. Ilyen probléma az, hogy a vízsugár önmagához képest késik, a belépési, és a kilépési oldalon.

Ez főleg vastagabb daraboknál irányváltáskor jelentős. Ezt a vágási sebesség csökkentésével lehet kiküszöbölni. Ezekre az értékekre kísérleti adatok álnak a rendelkezésünkre. Mivel a „szerszámnak” nincs határozott geometriája, így a vágási rés széles határok között változhat. Ezt egyszerűen úgy lehet kiküszöbölni, hogy a vágandó geometriát korrigálni kell a vágósugár méretével.

2.1.2. Vízelőkészítés:

A hálózati víz rengeteg szennyező anyagot tartalmaz, és az oldott ásvány sók miatt nagyon kemény. Ezért ebben az állapotában még nem lehet felhasználni. A bejövő vizet két lépcsőben szűrik, majd lágítják.

2.1.3. Nagy nyomású pumpa:

Szinte minden esetben az első kör közepes nyomású olajhidraulika, amelyet általában axiál dugattyús pumpa állít elő. Az olajkör hűtését többféle módon lehet megvalósítani, erre két beépített hőcserélő és egy ventilátor szolgál. Az ilyen módon előállított nyomást az előbb említett módon 1:10 és 1:20 közötti értékben „nagyítják” tovább.

2.1.4. Vágóberendezés:

Mivel általában lemezszerű alkatrészek megmunkálásánál használják ezt a technológiát, ezért egy egyszerű 2D-s rendszer is elegendő a feladat megvalósításához. Sokszor azonban egy harmadik függőleges tengely vezérlése is szükségessé válik. Ezzel a lemez alakhibáit lehet kiküszöbölni. A fej mozgatására a konzolos megoldás terjedt el a legjobban, mivel a fej tömege nem éri el a 2 kg-ot. A tengelyek mozgatását szervo motorok végzik.

2.2 A vágó folyadék

Puhább anyagok vágására önmagában a vízsugár is alkalmas. Ebben az esetben olyan hajszálvékony sugárral lehet vágni, hogy lehetőség nyílik a kivágott darabok hézagmentes illesztésére.

Kemény anyagok vágásánál a vízhez hosszú molekulaláncú polimereket is szoktak adni adalék anyagként, ezáltal csökkenthető a sugár divergenciája, vagyis javíthatók vágási tulajdonságai. Általában 0,2-0,4 % hosszú molekulaláncú polimert tartalmazó vizet alkalmaznak. Bevált adalékok a vízbe olyan polimerek, amelyek főleg lineáris molekulaszervezetűek, 10000-70000 molekulatömeggel. A víz-polimer keverék (pl. polietilénoxid, poliakrilamid) levegőben egy összefüggő sugarat ad, amely az anyagba való becsapódáskor kb. 30-50 %-kal nagyobb energiakonzentrációt birtokol, mint a tiszta víz.

Kemény anyagok vágására újabban a vízsugárba apró szemcséjű abrazív anyagot (gránithomokot) kevernek. Ilyenkor nem maga a víz vág, hanem a gránit vág, ahogy azt a víz kb. 800 m/s sebességgel sodorja. Az abrazív anyag adagolását szinte kivétel nélkül forgótányér segítségével valósítják meg. Itt egy változtatható fordulatszámú motort alkalmaznak, ami a tányérra eső anyagot továbbítja a elvevő fejhez, ahonnan a vákuum a keverőkamrába juttatja.

2.3. Vágófej

A berendezés másik igen fontos része a vágófej. A fej 3 részből áll: elsődleges fúvóka, keverőkamra és másodlagos fúvóka (fókuszáló cső).

A vágófejhez maximum 400 MPa nyomású víz áramlik, 2-4 l/perc sebességgel, a pumpa teljesítményétől függően. Az elsődleges fúvókán áthaladva a kis sebességű de rendkívül nagy nyomású víz nyomása gyakorlatilag a környezeti nyomásra esik vissza, miközben sebessége a Bernoulli törvénynek megfelelően megnő. A víz sebessége mindig szuperszonikus és eléri az 500-1400 m/s értékeket. Amikor a víz áthalad a vágófejen, a venturi hatás a keverő kamrában vákuumot idéz elő. Ez a folyamat lehetővé teszi, hogy abrazív részecskék szívódjanak be a keverő kamrába, ahol kölcsönhatásba kerülnek a vízcseppekkel, és impulzus átadás jön létre. A csiszolószemcsék végleges gyorsítása a másodlagos fúvókában vagy ún. fókuszáló csőben valósul meg [5]. Anyaga keményfém, bár újabban gyártanak kerámiából is. A belső furatának az átmérője 0.5-1 mm között változik.

A fúvóka nagyon fontos alapeleme az eljárásnak. Ez hozza létre a vízsugarat, és nagyban befolyásolja az eljárás hatékonyságát. A cél az, hogy lehetőleg egy nagyon vékony sugarat kapjunk a lehető legnagyobb energiakonzentrációval. A fúvókát tartóssági megfontolásból, gyémántból vagy zafírból készítik, élettartalma ennek ellenére is csak 25 munkaóra [6].

3. EREDMÉNYEK

3.1. Az alkalmazott alapanyagok

A vágási kísérleteket egyelőre még csak kis mennyiségben tudtuk elvégezni anyagi okok miatt. A fűrészipari feldolgozásra alkalmas fafajok közül a legnagyobb mennyiségben előforduló fafajokon (tölgy, akác, bükk, kőris, gyertyán nyár, hárs, éger, és fenyő) végeztük el a vágásokat palló és deszka vastagságokban.

3.2. A vizsgált területek

Eddigi kutatásaink során vizsgáltuk a vágási felület minőségét a különböző fűrészgépek által megmunkált felülethez viszonyítva, a faanyag nedvességtartalmának változását, a vágásrés méretét és alakját, illetve megpróbáltuk meghatározni az egyes fafajok vágásához szükséges optimális technológiai paramétereket.

3.2.1. Felületi érdesség vizsgálata:

A próba vágások során készült minták felületi érdességét vizsgáltuk a fatermékekre vonatkozó MSZ 17299-84 (K19) szabvány szerint. A felületi egyenetlenség követelményeit a faanyag anatómiai felépítéséből eredő egyenetlenségek figyelmen kívül hagyásával állapítottuk meg. Az egyes fafajok esetén a fűrészelésnél jobb eredményeket értünk el.

3.2.2. Nedvességmérés és eredményei:

A fa vízsugaras vágásánál egyik hátrány tehát, hogy a vágás során benedvesedik az anyag. Ennek legfőbb oka a vágóberendezés alján található vízzel feltöltött medence, amelyel a faanyag a vágás során végig érintkezik. A munkadarabból kilépő vízsugár a medencébe

csapódva hullámokat kelt, amik teljesen beterítik a munkadarabot. A fa tulajdonságaiból adódóan nedvességet vesz fel, így a vágás során megnő a nedvességtartalma. A nedvesség behatolása nagymértékben függ a faanyag kezdeti nedvességtartalmától. A nedvességtartalom meghatározása háromféle módon történhet:

Felületi nedvességtartalom mérés, beütő szondás nedvességtartalom mérés, réteg nedvességtartalom mérés.

Az első csak a felületen mér, a beütő szondás kb. 1-2 mm mélységig mér, míg a réteg nedvességtartalom meghatározása akár 2-3 cm mélyen is történhet.

A vizsgálatokat kb. 6-12 %-os kezdeti nedvességtartalmú kész parkettán végeztük. A felületi nedvességtartalom meghatározása közvetlenül a vágás után nehezebb, hiszen a faanyag egész felülete tiszta víz. A felületi és a beütő szondás nedvességtartalom méréssel hasonló görbéket kaptunk. A faanyag kezdeti nedvességtartalma a vágás után közvetlenül a többszörösére ugrik, majd nagyon gyorsan (1-2 óra) alatt hirtelen lecsökken és alig pár nap alatt az eredetinel kb. 1-3 %-kal magasabb értékre áll be.

Megfigyeléseink alapján azt is megállapítottuk, hogy a gyors vízfelvétel és leadás ellenére sem keletkeznek repedések a faanyagban. Ez magyarázható azzal, hogy nem jut a faanyagban nagyon mélyre a víz.

3.2.3. Vágásrés mérése és eredményei:

A faanyagok vízugaras vágását a famegmunkálásban alkalmazott 3 fő megmunkálási iránynak megfelelően végeztük, vagyis rosttal párhuzamosan, merőlegesen és 45°-osan.

A vágásrés meghatározását hézagmérővel végeztük. A méréseket 25 mm vastag faanyagokon, a vízugar mind a be- és kilépésénél elvégeztük. Megfigyeléseink szerint a puhább anyagoknál a vágásrés nagyobb, mint a keményebb anyagoknál.

4. AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE, JAVASLATOK

A kérdés az, hogy az ökológia előny fontosabb-e, vagy az ökonómiai? Környezetvédelmi szempontok alapján ez a vágás környezetbarát eljárásnak mondható, hiszen tiszta nem képződik por, fogács, és nincs levegőszennyezés. Nincs szükség porelszívó berendezésekre, kenőolajokra és más vegyületekre. Ennek a technológiának az alkalmazása nagyban csökkenti az anyagvesztést, mivel a vágási rést egyharmadára lehet csökkenteni. További előnye ennek a módszernek a nagy üzemeltetési biztonság.

Kiemelt jelentőséggel bírhat:

- Nagyszériás, bonyolult alakzatú, nagy pontosságot igénylő termékek előállításánál
- Egyedi és sorozatgyártásban előállított intarziák számítógépes támogatással
- Egyes falemezek szabásánál, mint például CK, MDF, rétegelt- és farostlemez
- Fűrésziparban a 25 mm-nél vékonyabb oldaláru darabolásánál, szélezésénél, sorozatvágásánál és hiba kiejtésénél.

5. IRODALOM

1. Kollmann F.: (1936) Technologie des Holzes, Berlin, Julius Springer Verlag
2. Molnár A.: (1996) Faporok rákkeltő hatása, Magyar Asztalos 01. sz. 82. p.
3. Ladocsi F.: (1993) Levegőtisztaság-védelmi követelmények a fafeldolgozó és megmunkáló ipar területén, Magyar Asztalos 06.sz. 6-7.p.
4. Vlastnik J.: (1982) Trennen von Holz mit Flüssigkeitsstrahlen, Holztechnologie 02. sz. 94-99.p.

5. Herbig N.: (1996) Informationen über die Wasserstrahltechnologie, Technische Universität Wien 39.p.
6. Maros Zs.-Deszpoth I.: (1999) CNC High Pressere Abrasive Waterjet Cutting System, MicroCAD '99. International Computer Science Conference February 24-25. 89-94.p.

ENGLISH SUMMARIES